



XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013

Fábrica de Negócios - Fortaleza - CE - Brasil

04 a 08 de agosto de 2013



EFEITO DA TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO NO RENDIMENTO DE DUAS CULTIVARES DE BETERRABA

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA¹, LUIS HENRIQUE BASSOI², ANTÔNIO EVALDO KLAR³¹ Engenheiro agrônomo, M. Sc., Pós-Graduando, UNESP/Botucatu-SP, alexsandro01@fca.unesp.br² Engenheiro agrônomo, Pesquisador, Embrapa Semiárido/Petrolina-PE, luis.bassoi@embrapa.br³ Engenheiro agrônomo, Prof. Titular, UNESP/Botucatu-SP, klar@fca.unesp.br

Apresentado no

XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013

04 a 08 de Agosto de 2013 - Fortaleza - CE, Brasil

RESUMO: A ocorrência de déficit hídrico em plantas pode reduzir o rendimento agrícola. Os efeitos de 6 níveis de tensão de água no solo (-15,-25,-35,-45, -55,-65 kPa) na produção de 2 cultivares de beterraba (*Beta vulgaris* L.), Early Wonder e Itapuã 202, foram avaliados por meio de um experimento conduzido em casa de vegetação, na FCA UNESP, campus de Botucatu. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 4 repetições. Foram avaliadas a massa fresca da parte aérea e da raiz das plantas, e a massa seca da parte aérea e da raiz. Os resultados permitiram concluir que efeitos significativos foram encontrados para todas as variáveis analisadas, sendo que as maiores produções foram obtidas com a irrigação realizada sob a tensão de -15 kPa.

PALAVRAS-CHAVE: manejo da irrigação, *Beta vulgaris* L., déficit hídrico

EFFECTS OF SOIL WATER TENSION ON THE YIELD OF TWO BEET CULTIVARS

ABSTRACT: The water deficit in plants may reduce the agricultural yield. The effects of 6 levels of soil water tension (-15, -25, -35,-45, -55, -65, KPa) in the production of 2 beet cultivars (*Beta vulgaris* L.), Early Wonder and Itapuã 202, were evaluated in a greenhouse experiment carried out at FCA / UNESP, campus Botucatu, Brazil. The experimental design used was a randomized block design, with 4 repetitions. The fresh mass of aerial part and root were determined as well as the dried mass of aerial part and roots. Significant effects were observed in all variables, and the higher yield was obtained with irrigation managed at -15 KPa.

KEYWORDS: irrigation management, *Beta vulgaris* L, water deficit

INTRODUÇÃO: A beterraba (*Beta vulgaris* L.) pertence à família Quenopodiácea, sendo originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da África. Apresenta raiz tuberosa de formato globular que se desenvolve quase à superfície do solo, com sabor acentuadamente doce e coloração púrpura. A prática da irrigação depende da cultura, do clima e do solo, portanto, o manejo de sistemas de produção irrigada deve levar em conta esses fatores a fim de otimizar a quantidade de água adequada para atingir a máxima produção das culturas. Apesar da presença de climas amenos no inverno, ideal para o cultivo da beterraba (FILGUEIRA, 2008), o baixo regime de precipitações no Sudeste do Brasil neste período pode ocasionar redução na produtividade da cultura, devido à baixa umidade do solo, que além de reduzir o potencial de água no solo também dificulta a absorção de nutrientes pela planta. A ocorrência de déficit hídrico em hortaliças compromete a produtividade e a sua qualidade, devido ao seu ciclo curto e o alto teor de água em sua constituição; por isso, qualquer ocorrência de estresse pode levar ao baixo rendimento e prejuízos na produção (MAROUELLI & SILVA, 2007). Segundo MAROUELLI (2008), devido à irrigação no Brasil ser conduzida em muitos casos de forma empírica, alguns plantios irrigados são submetidos a condições de déficit hídrico, levando empreendimentos de produção de hortaliças a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e sócio ambiental. Em algumas áreas agrícolas, o grande problema para elevar a produtividade e a qualidade do produto das culturas consiste em irrigar no momento adequado e na quantidade adequada, juntamente com a escolha correta do sistema de irrigação. Neste sentido,

existem diversos métodos para auxiliar o correto manejo da irrigação, com a finalidade de melhorar a aplicação da água além de reduzir os gastos de água e energia. O objetivo deste trabalho foi estudar vários níveis de tensão da água no solo, como indicativo para o manejo da irrigação na cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.) e seus efeitos no rendimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Botucatu, SP, no período de abril a junho de 2012. As mudas de beterraba foram transplantadas, após 30 dias de semeadura em vasos de polietileno com capacidade para 15 L. O solo utilizado no preenchimento dos vasos é classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2006), e foi retirado da camada superficial de 0-0,30 m, seco ao ar, destorroado e peneirado em malha de 4 mm. As análises físico-hídricas do solo foram realizadas no Laboratório de Análise do Solo da FCA, segundo a metodologia proposta por Embrapa (1997) para a densidade do solo (d_s , kg dm^{-3}) e das partículas (d_p , kg dm^{-3}). A umidade à capacidade de campo (U_{cc} , kg kg^{-1}) e a umidade do ponto de murcha permanente (U_{pmp} , kg kg^{-1}) foram obtidos por meio da câmara de Richards. Os resultados das análises de solo apresentaram os seguintes valores: 395,5 g kg^{-1} de areia, 138,1 g kg^{-1} de silte, 466,4 g kg^{-1} de argila; d_p de 2,77 kg dm^{-3} ; d_s de 1,28 kg dm^{-3} ; porosidade de 53,9 %; U_{cc} de 0,28 kg kg^{-1} , e U_{pmp} de 0,14 kg kg^{-1} . Os parâmetros da equação de van Genuchten para ajuste da curva de retenção de água no solo (equação 1), foram obtidos com auxílio do software SWRC - Soil Water Retention Curve (DOURADO NETO *et al.*, 2000). Os valores de θ_r , θ_s , α , n e m foram, respectivamente, 0,200 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, 0,406 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, 0,231, 2,087 e 0,249.

$$\theta = \theta_r + \left(\frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (|\Psi_m| \cdot \alpha)^n]^m} \right) \quad (1)$$

em que,

θ - é a umidade do solo a base de volume ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);
 Ψ_m - é o potencial matricial da água no solo (kPa);
 θ_r - é a umidade volumétrica residual ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);
 θ_s - é a umidade volumétrica na saturação ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); e
 m , n e α - são parâmetros de ajuste do modelo.

A adubação foi realizada com base nos resultados da análise de fertilidade do solo (pH CaCl_2 : 5,1; condutividade elétrica: 0,32 d Sm^{-1} ; matéria orgânica: 11 g dm^{-3} ; P: 6 mg dm^{-3} ; K: 0,6 mg dm^{-3} ; Ca: 22 mg dm^{-3} ; Mg: 7 mg dm^{-3} ; H+Al: 26 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$; soma de bases: 29%, capacidade de troca catiônica: 55 %; saturação de bases: 53%), e nas recomendações de TRANI *et al.* (1997). As plantas foram irrigadas utilizando-se o sistema de gotejamento com emissores inseridos para cada vaso. O manejo da irrigação foi realizado com base no potencial matricial da água do solo, determinado por tensiômetros de punção instalados a 0,20 m de profundidade em cada tratamento. As leituras de tensão da água no solo eram realizadas por meio de tensiômetro digital. A umidade do solo correspondente foi determinada por meio da curva de retenção de água. Assim, considerando-se o volume de solo presente no vaso, calculou-se o volume de reposição, conforme a equação 2.

$$LLI = \theta_{cc} - \theta_{atual} \cdot Z \cdot PAM \quad (2)$$

em que,

LLI - é a lâmina líquida de irrigação (mm);
 θ_{cc} - é a umidade na capacidade de contêiner ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);
 θ_{atual} - é a umidade atual ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);
 Z - é a profundidade do sistema radicular (mm); e
PAM - é a área do vaso (m^2).

Até 10 dias após o transplante das mudas, realizado em 17 de maio de 2012, todas as plantas foram irrigadas igualmente para garantir o pegamento das mudas. Após este período, iniciou-se a aplicação dos tratamentos, que compreenderam 6 níveis de tensão de água no solo (-15, -25, -35, -45, -55, -65

kPa) e duas cultivares de beterraba (Early Wonder e Itapuã 202), totalizando 48 parcelas experimentais. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições. Quando a média da tensão da água no solo de cada tratamento alcançava o valor estabelecido, a irrigação era realizada até para elevar a umidade do solo até a capacidade de contêiner. No momento da colheita, realizada em 7 de julho de 2012 (50 dias após o transplântio - DAT), foram determinadas, por meio de balança digital, a massa fresca da parte aérea (MFPA, g) e da raiz (MFR, g); e a massa seca da parte aérea (MSPA, g) e da raiz (MSR, g), após serem secas em estufa ventilada por 48 horas com temperatura de 65 °C, até atingir massa constante. O efeito do déficit hídrico, quantificado por meio das medidas realizadas nas plantas, foi avaliado pela análise de variância, e o efeito dos tratamentos foi analisado pela análise de regressão. Também foram comparados os desempenhos de cada cultivar pelo teste de médias de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Pelo teste de comparação de médias, confirmou-se a diferença entre as cultivares de beterraba estudadas para a MFR, registrando-se maior produção e crescimento da cultivar Early Wonder (Tabela 1). Porém, não houve diferenças entre as médias para as variáveis MFPA, MFR, MSPA e MSR. Segundo MAROUELLI (2008), durante um déficit hídrico as respostas adaptativas das plantas sofrem variações de acordo com a espécie e cultivar, além da duração e intensidade deste déficit hídrico. Deve-se ressaltar que a cultura da beterraba pode apresentar diferentes rendimentos de acordo com o sistema de irrigação adotado, podendo auxiliar na melhor eficiência do uso da água pela cultura.

TABELA 1. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), e massa seca da raiz (MSR) das cultivares de beterraba Early Wonder e Itapuã 202

Cultivar	MFPA	MFR	MSPA	MSR
	g planta ⁻¹			
Early Wonder	107,2a ¹	89,5a	11,54a	11,79a
Itapuã202	93,12a	63,9b	9,87a	9,95a
D.M.S.	26,74	25,32	2,43	4,32

¹Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
D.M.S. - diferença mínima significativa

As variáveis de produção estudadas (Figura 1) apresentaram um decréscimo nas respostas em função do aumento da tensão de água no solo, sendo explicadas por modelos quadráticos onde o ponto de maior produção foi obtido com a tensão de -15 KPa. Para a MFPA (Figura 1A) não houve diferenças significativas entre as cultivares, apresentando comportamentos semelhantes entre os modelos propostos. Para a MFR (Figura 1B) o ponto de maior produtividade foi obtido com a tensão de -15kPa, equivalente a uma produção de 183 g planta⁻¹, para a cultivar Early Wonder, e 147,49 g planta⁻¹, para a cultivar Itapuã. Estas observações também foram percebidas por MAROUELLI & SILVA (2007), em estudos com tomateiro, que observaram diferenças entre as massas das plantas de acordo com o aumento da tensão da água no solo. A MSPA (Figura 1C) apresentou efeito semelhante dentre as cultivares estudadas para as tensões da água no solo submetidas. Resultados semelhantes também foram obtidos para MSR (Figura 1D) com decréscimo de acordo com o aumento da tensão. Em estudos sobre tensões da água no solo em um cultivo de alface, SANTOS & PEREIRA (2004) também observaram um decréscimo no rendimento da parte comercial da cultura conforme o aumento dos valores de tensão. A tendência de redução nas variáveis estudadas pode ser atribuída à diminuição do potencial matricial, que faz com que aumente a energia com que água é retida no solo e, conseqüentemente, aumente a energia que as plantas dispõem para a absorção de água, afetando negativamente as características de rendimento (MAROUELLI, 2008).

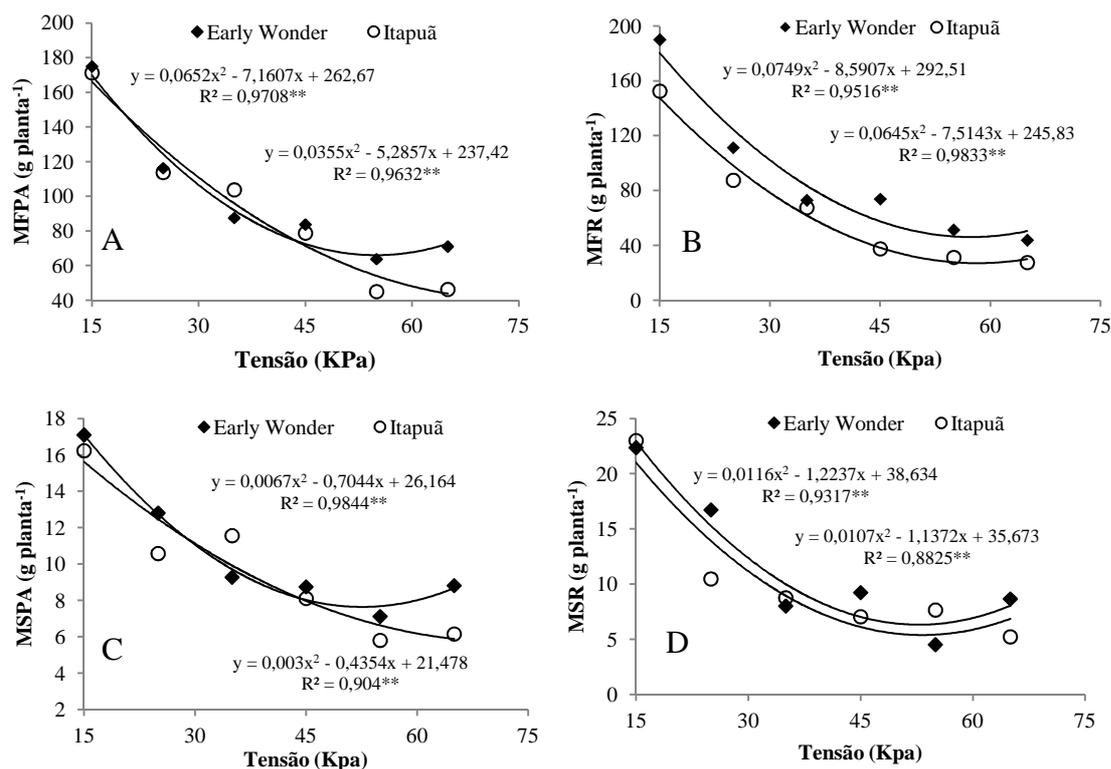


FIGURA 1. Efeito de diferentes valores de tensão da água no solo nas massas frescas da parte aérea - MFPA para (A), massa fresca da raiz - MFR (B), massa seca da parte aérea - MSPA (C), e massa seca da raiz - MSR (D) para as cultivares de beterraba Early Wonder e Itapuã 202.

CONCLUSÕES: A massa fresca da parte aérea e das raízes das plantas de beterraba, foram reduzidas em função do aumento dos valores de tensão da água no solo, no intervalo de -15 a -65 kPa. A cv. Itapuã 202 apresentou menor rendimento das raízes que a cv. Early Wonder. Porém, a redução percentual em função da tensão da água no solo foi equivalente para ambas as cultivares.

REFERÊNCIAS

- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 3.00). *Scientia agrícola* v.57, n.1, p.191-192, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa SPI, Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço nacional de levantamento e conservação do solo. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 412p.
- MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 15p. (Boletim Técnico).
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. Water tension threshold for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. *Irrigation Science*, v.25, p.411-418, 2007.
- SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. *Engenharia Agrícola*, v. 24, n.3, p.569-577, 2004.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TAVARES, M.; AZEVEDO FILHO, J. A. Hortaliças. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C (eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 285p. (Boletim técnico, 100).